

2. STRUCTURE BACTÉRIENNE

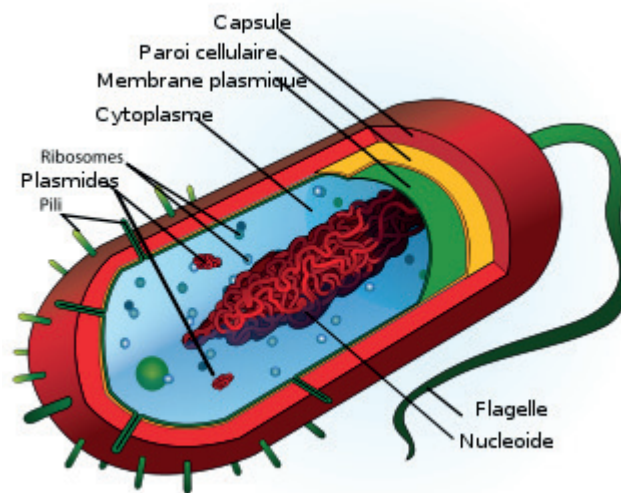
2.1. Présentation générale

Les bactéries sont des organismes vivants unicellulaires de petite taille, de morphologie variable qui présente des caractéristiques propres.

Leur taille varie de 1 à 10 microns (μm). Le poids d'une bactérie-type (*Escherichia coli*) est d'environ, 10-12g (Poids sec: $3 \times 10^{-13}\text{g}$) dont 70% d'eau.

Elles ne sont donc visibles qu'au microscope optique ($\times 10^3$) ou au microscope électronique ($\times 10^6$). Elles peuvent être désintégrées par divers procédés physiques et chimiques, ce qui permet d'étudier les constituants bactériens ainsi libérés.

Proportion du poids sec : protéines 55 %, lipides 10 %, lipopolysaccharides (LPS) 3 %, peptidoglycane 3 %, ribosomes 40 %, ARN 20 %, ADN 3 %.



La bactérie possède un cytoplasme qui est entouré, comme pour n'importe quelle cellule, par une membrane plasmique. Autour de celle-ci se trouve toujours une paroi peptidique, plus ou moins épaisse. C'est l'épaisseur de cette dernière qui détermine la réaction de coloration de Gram et classe ainsi les bactéries en deux grands groupes : les Gram positif et le Gram négatif. La structure du cytoplasme bactérien est beaucoup plus simple que celle du cytoplasme des cellules eucaryotes. Le cytoplasme ne contient pas en effet de mitochondries : les enzymes transporteurs d'électrons sont localisés dans la membrane cytoplasmique. En revanche, il est particulièrement riche en ARN solubles (ARN messager et ARN de transfert) et surtout en ARN particulaire ou ribosomal.

Les ribosomes, au nombre de 15000 environ par bactérie, représentent 40 % du poids sec de la bactérie et 90 % de l'ensemble de l'ARN.

L'ensemble des constituants cytoplasmiques sont placés dans un gel colloïdal, qui contient 80 % d'eau et des substances organiques et minérales, à une pression interne considérable (5 à 20 atmosphères).

2.2. Membrane plasmique (ou cytoplasmique)

La membrane cytoplasmique correspond à l'enveloppe limitant la cellule, et la séparant du milieu extérieur. Il ne faut pas considérer la membrane cellulaire comme un élément fixe, mais plutôt comme un élément possédant une structure fluide (très lipidique).

Elle est constituée d'une double couche de phospholipides (35%) et de protéines associées (65%). Certaines de ces protéines jouent un rôle dans la synthèse du peptidoglycane. Elle se distingue de celle des cellules eucaryotes par l'absence de stérols.

La membrane possède de nombreuses fonctions.:

- Perméabilité sélective et transport des substances solubles à l'intérieur de la bactérie : la membrane est à la fois barrière osmotique et un lieu de transport actif grâce aux perméases;
- Fonction respiratoire par transport d'électrons et phosphorylation oxydative dans les espèces aérobies (cf. plus loin);
- Excrétion d'enzymes hydrolytiques, qui dégradent les polymères en sous-unités suffisamment petites pour pouvoir traverser la membrane cytoplasmique et être importés dans la bactérie;
- Support d'enzymes et transporteurs de molécules impliquées dans la biosynthèse de l'ADN, des polymères de la paroi et des lipides membranaires.

2.3. Paroi

Malgré la forte pression osmotique (5 à 20 atm) qui règne à l'intérieur du cytoplasme bactérien, la bactérie n'éclate pas grâce à l'existence d'une structure rigide appelée paroi, de nature polymérique.

Les polymères et leur mode de liaison varient selon les espèces bactériennes. Toutefois, une substance de base, spécifique des bactéries, est partout présente: la muréine, appelée encore peptidoglycane.

Composition chimique :

Les osamines : ose avec 1 groupement amine. Le N-acétyl glucosamine (G) et l'acide N-acétyl muramique (M)

Les acides aminés : Alanine, Ac.glutamique, Lysine, Acide diaminopimélique

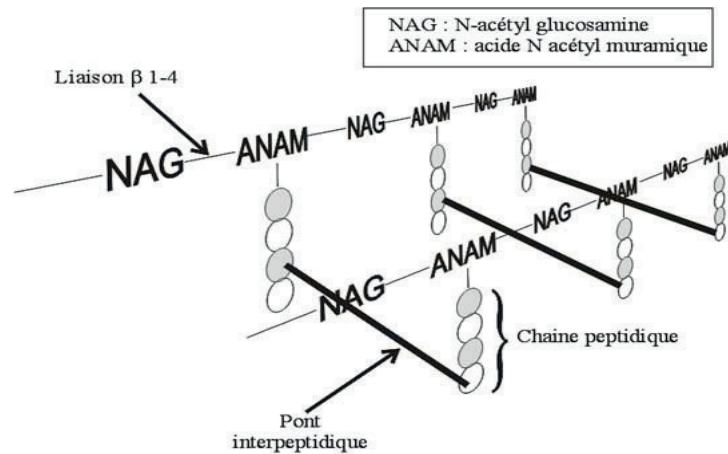
Les acides téichoïques : chez les Gram +, il ya les acides téichoïques à glycérol et les acides téichoïques à ribitol.

Les oses : certains sont spécifiques, il y a de nombreuses sortes.

Les lipides : faible quantité chez les Gram+.

Remarque : chez certaines bactéries, on trouve des acides mycoliques : chez les BAAR (=myobactéries), acides à longue chaîne carbonée (=acides gras).

Organisation moléculaire du peptidoglycane



Le peptidoglycane est un polymère complexe formé de 3 éléments différents:

- Une épine dorsale faite d'une alternance de molécules de N-acétylglucosamine et d'acide N-acétylmuramique

- Un ensemble de chaînes latérales peptidiques identiques, composées de 4 acides aminés et attachés à l'acide N-acétylmuramique

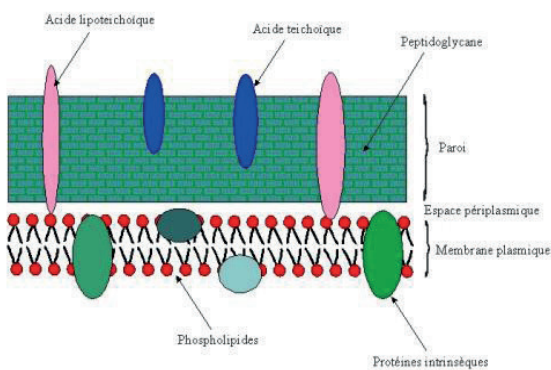
- Un ensemble de «ponts interpeptidiques» identiques.

L'épine dorsale est la même pour toutes les espèces bactériennes tandis que les chaînes latérales de térapeptides et les ponts varient d'une espèce à l'autre.

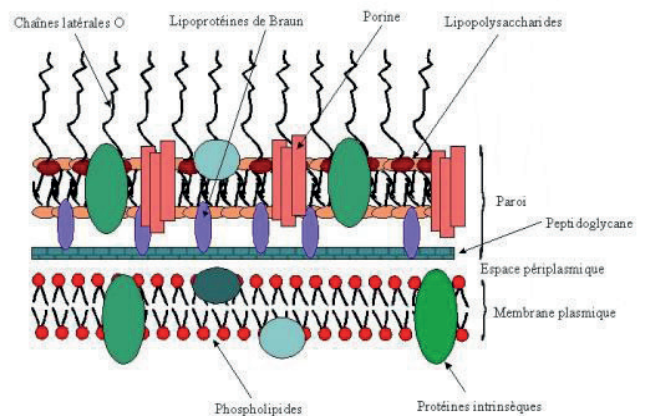
Chez les Gram+ : Le principal constituant est le peptidoglycane, forme une couche épaisse. Les autres constituants sont les acides téichoïques.

Chez les Gram- : La paroi des Gram- est constituée d'une mince couche de peptidoglycane et d'une membrane externe qui est une double couche de lipides, protéines et, côté externe, le LPS.

La paroi des bactéries Gram positif



La paroi des bactéries Gram négatif



La paroi joue plusieurs rôles:

- La paroi confère à la bactérie sa morphologie véritable. Elle constitue le squelette externe de la bactérie. Une bactérie ayant une forme sphérique est appelée « coque » alors qu'une forme de bâtonnet va porter le nom de « bacille »
- Elle contient la pression osmotique interne. Sans paroi, les bactéries prennent une forme sphérique. Elles peuvent survivre et même se multiplier à condition d'être placées dans un milieu dont la pression osmotique est équilibrée avec la pression intracellulaire.
- Elle joue un rôle déterminant dans l'identification d'une souche
- Elle joue un rôle déterminant dans la spécificité antigénique des bactéries (*cf. plus loin*)
- Elle est le support de l'action de certaines enzymes et de certains antibiotiques
- Le LPS et le peptidoglycane ont un rôle important dans la défense non spécifique contre l'infection. Chez les bactéries Gram-, la partie lipidique du LPS (lipide A) est une endotoxine qui peut entraîner des troubles après la lyse de la cellule bactérienne (fièvre, chute de la pression artérielle).
- La paroi possède des récepteurs pour bactériophages (environnement moléculaire complémentaire des bactériophages).

2.4. Le cytoplasme

L'eau est le principal composant d'une bactérie, elle représente environ 80% du poids. Le cytoplasme présente de l'ARN solubles (ARNm et ARNt) et de l'ARN ribosomal. Une variété importante d'inclusions existe dans le cytoplasme. Elles servent à emmagasiner des réserves organiques (glycogène...) ou inorganiques (granules de polyphosphate...).

Les ribosomes apparaissent sous la forme de petits grains en 2 sous-unités. On retrouve de l'ARN et des protéines car ils sont le siège de la traduction.

2.5. Espace périplasmique

Il renferme de nombreuses **protéines (enzymes)** qui peuvent être libérées par choc osmotique ou transformation des cellules en sphéroplastes.

De plus, il contient des «binding proteins» servant de transport au galactose et au maltose.

2.6. Le matériel génétique

L'appareil nucléaire est constitué d'un unique chromosome circulaire, pour la plus grande majorité des bactéries. Il est contenu dans une région de forme irrégulière appelée nucléoïde. C'est le support de l'information génétique. Il est composé de 60% d'ADN, 30% d'ARN et 10% de protéine.

Le matériel génétique peut être extra-chromosomique. Les bactéries comportent un ou plusieurs plasmides, qui se trouvent dans le cytoplasme, sans aucune limite physique.

Le terme de procaryote signifie littéralement l'absence d'un noyau et d'organites.